

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-100647

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)5月2日

G 11 B 11/10  
7/135Z-8421-5D  
Z-7247-5D

審査請求 未請求 発明の数 2 (全11頁)

⑭ 発明の名称 光磁気情報再生装置

⑮ 特 願 昭61-246617

⑯ 出 願 昭61(1986)10月17日

⑰ 発 明 者 小 山 理 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内  
 ⑱ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 ⑲ 代 理 人 弁理士 丸 島 儀一

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

光磁気情報再生装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 所定の方向に偏光した光束を磁気的に情報が記録された記録媒体上に照射する手段と、磁気光学効果により前記情報に応じて偏光状態に変調を受けた前記記録媒体からの反射又は透過光束を、その偏光成分に応じた所定の割合で反射および透過する偏光ビームスプリッタと、前記偏光ビームスプリッタで反射された光束を光電検出する増幅作用のない光検出器と、前記光検出器の検出信号を増幅し前記情報を再生する増幅手段とから成り、前記光検出器に入射する磁気光学効果により変調を受けない偏光成分強度の平均を $I_R$ 、光磁気信号観測周波数におけるこの強度ゆらぎの2乗平均を $\Delta I_R$ 、 $f = \Delta I_R / I_R$ 、前記記録媒体上における入射光束の光量を $I_0$ 、前記記録媒体の振幅反射率を $R$ 、前記偏光ビームスプリッタを除く記録媒体より光検出器に至る光学系の光利用効率を $\varepsilon$ 、前記光

検出器の光電変換効率を $\kappa$ 、光磁気信号観測周波数における前記増幅手段の熱雑音を $T$ 、検出信号のバンド幅を $\Delta B$ とした時、前記偏光ビームスプリッタの前記所定方向の偏光成分に対する振幅反射率 $r_p$ 及び前記所定方向と垂直方向の偏光成分に対する振幅反射率 $r_s$ が、夫々以下の条件

$$|r_p|^2 \sim \sqrt{\frac{T}{f \cdot \Delta B}} \cdot \frac{1}{\kappa \cdot \varepsilon |R| I_0}, \quad 0 \leq |r_p|^2 \leq 1$$

$$|r_s|^2 \sim 1$$

を満足することを特徴とした光磁気情報再生装置。

(2) 所定の方向に偏光した光束を磁気的に情報が記録された記録媒体上に照射する手段と、磁気光学効果により前記情報に応じて偏光状態に変調を受けた前記記録媒体からの反射又は透過光束を、その偏光成分に応じて所定の割合で反射および透過する偏光ビームスプリッタと、前記偏光ビームスプリッタを透過した光束を光電検出する増幅作用のない光検出器と、前記光検出器の検出信号を増幅し前記情報を再生する増幅手段とから成り、前記光検出器に入射する磁気光学効果により変調を

受けない偏光成分強度の平均を  $I_R$ 、光磁気信号観測周波数におけるこの強度ゆらぎの2乗平均を  $\Delta I_R$ 、 $F = \Delta I_R / I_R$ 、前記記録媒体上における入射光束の光量を  $I_0$ 、前記記録媒体の振幅反射率を  $R$ 、前記偏光ビームスプリッタを除く記録媒体より光検出器に至る光学系の光利用効率を  $\epsilon$ 、前記光検出器の光電変換効率を  $\kappa$ 、光磁気信号観測周波数における前記増幅手段の熱雑音を  $T$ 、検出信号のバンド幅を  $\Delta B$  とした時、前記偏光ビームスプリッタの前記所定方向の偏光成分に対する振幅透過率  $t_s$  および前記所定方向と垂直方向の偏光成分に対する振幅透過率  $t_p$  が夫々以下の条件、

$$|t_s|^2 \sim \sqrt{\frac{T}{F \cdot \Delta B}} \cdot \frac{1}{\kappa \cdot \epsilon |R| I_0}, \quad 0 \leq |t_s|^2 \leq 1$$

$$|t_p|^2 \sim 1$$

を満足することを特徴とした光磁気情報再生装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔技術分野〕

本発明は、磁気光学効果を利用して記録媒体に磁気的に記録された情報を再生する光磁気情報再

次に、上記装置において、光磁気情報を再生する場合について説明する。半導体レーザー1からP偏光方向の直線偏光として射出された光束は、コリメータレンズ2により平行光束とされ、ハーフミラー11を通過する。P偏光成分振幅透過率を  $t_p$ 、S偏光成分振幅透過率を  $t_s$  とすれば、11においては  $|t_p|^2 = |t_s|^2 = 0.5$  である。光束は、対物レンズ4により、光磁気記録媒体6上に微小なスポットとして結像される。媒体6上にあらかじめ磁区（ビット）が形成されている場合には、第10図に示す様に媒体6からの反射光は、カー効果によりスポット照射領域の磁化方向（上向きか又は下向きか）に応じて、各々  $\pm \theta_K$  の偏光面の回転を受ける。ここで、記録媒体6の振幅反射率のP偏光成分を  $R$ 、S偏光成分を  $K$  とすれば、次式が成り立つ。

$$\theta_K = \frac{|K|}{|R|} \quad (1)$$

光磁気変調された反射光は、対物レンズ4で再び平行光束とされ、ハーフミラー11で反射された後、検光子7で強度変調された光束に変換される。即ち、

生装置に関する。

#### 〔従来技術〕

近年、半導体レーザー光により記録再生を行なう光メモリは、高密度記録メモリとして実用化への研究開発が盛んである。この内、既に製品化されたコンパクトディスク等に代表される再生専用光ディスクやDRAWタイプ光ディスクとともに、特に消去・書き換えが可能な光磁気ディスクが有望視されてきている。光磁気ディスクは、レーザスポット照射による磁性薄膜の局所的な温度上昇を利用して磁気的に情報を記録し、磁気光学効果（特にカー効果）により情報を再生するものである。ここでカー効果とは、光が磁気記録媒体によって反射された場合に、偏光面が回転する現象をさす。

従来の光磁気ディスク装置の基本的構成を第9図に示す。第9図において、1は半導体レーザー、2はコリメータレンズ、11はハーフミラー、4は対物レンズ、6は光磁気記録媒体、7は検光子、8は集光レンズ、9は光検出器で、P偏光方向は紙面に平行、S偏光方向は垂直である。

第10図において反射光束は、その振幅の検光子光学軸への正射影として検光されるので、光磁気媒体への入射光強度を  $I_0$ 、検光子の光学軸のP偏光方向からの角度を  $\theta_K$  とすれば、カー回転角  $\pm \theta_K$  に応じて、検光子を透過した光束の強度  $I + \theta_K$ 、 $I - \theta_K$  は各々、(2)式のようにあらわせる。

$$\begin{cases} I + \theta_K = \frac{1}{2} I_0 (|R| \cos \theta_K + |K| \sin \theta_K)^2 \\ I - \theta_K = \frac{1}{2} I_0 (|R| \cos \theta_K - |K| \sin \theta_K)^2 \end{cases} \quad (2)$$

$\theta_K \sim 1^\circ$  であるから、 $|R|^2 \gg |K|^2$  が成り立つので、(2)式は、

$$\begin{cases} I + \theta_K \sim \frac{I_0}{2} (|R|^2 \cos^2 \theta_K + |R||K| \sin 2\theta_K) \\ I - \theta_K \sim \frac{I_0}{2} (|R|^2 \cos^2 \theta_K - |R||K| \sin 2\theta_K) \end{cases} \quad (3)$$

とあらわせる。(3)式の括弧内第2項が光磁気変調成分、第1項が非変調成分である。このように強度変調に変換された光束は、集光レンズ8を経て、光検出器9により光磁気信号として検出される。

しかしながらこのような、従来の偏光特性を持たないハーフミラー11を用いた光学系では、以下の様な欠点があった。

- 1) カー回折角 $\theta_k$ は $1^\circ$ 程度であり、これによる光磁気変調成分は非常に微小な量であるので、偏光特性を持たないハーフミラーを通過することにより、光磁気変調成分の光量が半分以上損なわれ、検出信号のC/N(搬送波と雑音との比)が低下する。
- 2) C/Nが低いため、従来の装置は光磁気信号の検出に複雑な検出系、例えば差動検出や増幅作用をもつ光検出器(アバランシフオトダイオードなど)を用いた検出を行なわなければならない、コスト面及び信頼性で不利である。

#### [発明の概要]

本発明の目的は、上記従来技術の欠点を改良し、ピンフォトダイオードなどの増幅作用のない安価な光検出器を用いて、簡単な構成でC/Nの良好な光磁気信号の再生が可能な光磁気情報再生装置を提供することにある。

$$|ts|^2 \sim \sqrt{\frac{T}{F \cdot \Delta B}} \cdot \frac{1}{\kappa \cdot \varepsilon |R|^2 I_0}, \quad 0 \leq |ts|^2 \leq 1$$

$$|tr|^2 \sim 1$$

である。但し、ここで前記偏光ビームスプリッタの前記所定方向の偏光成分に対する振幅反射率及び振幅透過率を各々 $r_p$ 、 $t_s$ 、前記所定方向と垂直方向の偏光成分に対する振幅反射率及び振幅透過率を各々 $r_s$ 、 $t_p$ 、前記光検出器に入射する磁気光学効果により変調を受けない偏光成分強度の平均を $I_R$ 、光磁気信号観測周波数におけるこの強度ゆらぎの2乗平均を $\Delta I_R$ 、 $F = \Delta I_R / I_R$ 、前記記録媒体上における入射光束の光量を $I_0$ 、前記記録媒体の振幅反射率を $R$ 、前記偏光ビームスプリッタを除く記録媒体より光検出器に至る光学系の光利用効率を $\varepsilon$ 、前記光検出器の光電変換効率を $\kappa$ 、光磁気信号観測周波数における前記増幅手段の熱雑音を $T$ 、検出信号のバンド幅を $\Delta B$ とした。

#### [実施例]

以下、本発明を図面を用いて詳細に説明する。

第1図及び第2図は、本発明に基づく光磁気情報

本発明の上記目的は、光磁気情報再生装置を、所定の方向に偏光した光束を磁気的に情報が記録された記録媒体上に照射する手段と、磁気光学効果により前記情報に応じて偏光状態に変調を受けた前記記録媒体からの反射又は透過光束を、その偏光成分に応じた所定の割合で反射および透過する偏光ビームスプリッタと、前記偏光ビームスプリッタからの光束を光電検出する増幅作用のない光検出器と、前記光検出器の検出信号を増幅し前記情報を再生する増幅手段とから構成し、前記偏光ビームスプリッタの偏光反射率-透過率特性を以下の式を満足するように設定することによって達成される。即ち、光検出器が偏光ビームスプリッタの反射光を検出する場合、

$$|rp|^2 \sim \sqrt{\frac{T}{F \cdot \Delta B}} \cdot \frac{1}{\kappa \cdot \varepsilon |R|^2 I_0}, \quad 0 \leq |rp|^2 \leq 1$$

$$|rs|^2 \sim 1$$

又、光検出器が偏光ビームスプリッタの透過光を検出する場合、

再生装置の第1実施例を示し、夫々第1図は光学系の概略構成図、第2図は信号処理回路の概略構成図である。第1図において、21は半導体レーザ、22はコリメータレンズ、12は偏光ビームスプリッタ、24は対物レンズ、26は光磁気記録媒体、27は検光子、28は集光レンズ、29はピンフォトダイオード等の増幅作用のない光検出器で、P偏光方向は紙面に平行、S偏光方向は垂直である。また13は検光子27を透過した光束を示し、この検出光束13は第2図のように光検出器29で光電変換され、負荷抵抗16を含む増幅器15によって電圧増幅されて、端子14より再生信号として出力される。

上記装置において、半導体レーザ21はP偏光光束を出射する。この出射光束は、コリメータレンズ22で平行光となり、偏光ビームスプリッタを透過して、対物レンズ24によって記録媒体26上に強度 $I_0$ の光スポットとして照射される。そして、記録媒体26で反射された光束は、該記録媒体26に磁気的に記録された情報に応じて偏光状態に変調を受け、再び対物レンズ24を通過して偏光ビーム

スプリッタ12で反射し、検光子27に導かれる。検光子27を通過した検出光13は強度変調され、集光レンズ28を介して光検出器29で受光される。ここで、前記偏光ビームスプリッタのP偏光及びS偏光の振幅透過率を各々 $t_p$ ,  $t_s$ 、振幅反射率を各々 $r_p$ ,  $r_s$ とすると、前記検出光13の強度は、以下の(4)式で表せる。

$$\begin{cases} I_{+0K} = I_0 [Rr_p \cos \theta_A + Krs \sin \theta_A]^2 \\ I_{-0K} = I_0 [Rr_p \cos \theta_A - Krs \sin \theta_A]^2 \end{cases} \quad (4)$$

$|R|^2 \gg |K|^2$ であることを考慮して(4)式は

$$\begin{cases} I_{+0K} \sim I_0 \{ |R|^2 |r_p|^2 \cos^2 \theta_A \\ \quad + |R|^2 |K|^2 |r_p| |r_s| \sin 2\theta_A \} \\ I_{-0K} \sim I_0 \{ |R|^2 |r_p|^2 \cos^2 \theta_A \\ \quad - |R|^2 |K|^2 |r_p| |r_s| \sin 2\theta_A \} \end{cases} \quad (5)$$

とあらわせる。

(5)式は括弧内第2項が光磁気変調成分、第1項が非変調成分であり、各々の強度を $I_K$ ,  $I_R$ とおくことにする。

$$I_K \sim \frac{1}{\sqrt{2}} I_0 |R|^2 |K|^2 |r_p| |r_s| \sin 2\theta_A \quad (6)$$

1)の $\Delta I_R$ による雑音及び、2)の $\Delta I_K$ による雑音は、記録媒体の表面粗さや不均質性、半導体レーザの強度変動等により生じ、媒体や半導体レーザなどの雑音源によって決まる定数を各々 $\xi$ ,  $\zeta$ 、非変調成分、変調成分の実効値の平均を各々 $I_R$ ,  $I_K$ とすれば次式が成り立つ。

$$\Delta I_R = \xi I_R \Delta B \quad (9)$$

$$\Delta I_K = \zeta I_K \Delta B \quad (10)$$

但し、 $\Delta B$ は検出信号のバンド幅である。

$\Delta I_R$ に起因する雑音、 $\Delta I_K$ に起因する雑音、ショット雑音、熱雑音を各々 $F_R$ ,  $F_K$ ,  $S$ ,  $T$ とすれば次式であらわせる。

$$F_R = \xi \kappa^2 I_R \Delta B \quad (11)$$

$$F_K = \zeta \kappa^2 I_K \Delta B \quad (12)$$

$$S = 2e \kappa I_R \Delta B \quad (13)$$

$$T = \frac{4kTe}{R_f} \Delta B \quad (14)$$

但し $k$ はボルツマン定数、 $T_e$ は等価雑音温度、 $R_f$ は負荷抵抗16(15)式の $C/N$ は偏光ビームスプリッタ12の振幅反射率 $r_p$ ,  $r_s$ の関係となるので、

$$I_R \sim I_0 |R|^2 |r_p| \cos^2 \theta_A \quad (7)$$

なお、入射光 $I_0$ は所定の光量となる様に偏光ビームスプリッタの振幅透過率 $t_p$ ,  $t_s$ にかかわらず、半導体レーザの出力を調節するものとする。

このように強度変調された光束は、第2図に示す光検出器29で光電流に変換される。光電変換効率 $\kappa$ は、 $e$ を電荷量、 $h$ をプランク定数、 $\rho$ を光検出器の量子効率、 $\nu$ を光束の振動数として次式で与えられる。

$$\kappa = \frac{e \rho}{h \nu} \quad (8)$$

ここで、信号読み出しにおける雑音源として次の4種の雑音が考えられる。

- 1) 非変調成分光 $I_R$ の2乗平均がゆらぎ $\Delta I_R$ に起因する雑音。
- 2) 変調成分光 $I_K$ の2乗平均強度ゆらぎ $\Delta I_K$ に起因する雑音。
- 3) 光検出器のショット雑音。
- 4) 増幅器による熱雑音。

(15)を各々 $|r_p|$ ,  $|r_s|$ で偏微分して極大値を求めてやればよい。 $|r_p|^2$ に関して極値を求めれば次の様になる。

$$|r_p|^2 = \sqrt{\frac{T}{\xi \Delta B}} \cdot \frac{1}{k |R|^2 I_0 \cos^2 \theta_A} \quad (16)$$

$$0 \leq |r_p|^2 \leq 1 \quad (17)$$

$|r_s|^2$ に関して極値を求めれば次の様になる。

$$\delta(C/N) / \delta(|r_s|^2) > 0 \text{ となり}$$

$$|r_s|^2 = 1 \quad (18)$$

即ち、(16), (17), (18)を満足するような偏光特性を有した偏光ビームスプリッタを用いれば $C/N$ を最大値とすることができる。

第3図は、本発明の第2実施例を示す光学系の概略構成図である。本実施例は、前述の第1実施例を偏光ビームスプリッタ12の透過光束を検出するように変形したもので、第3図において第1図と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。また信号処理回路は第2図に示すものと同様のものを用いることが出来る。

本実施例の場合は、半導体レーザ21の偏光方向

を、紙面に垂直なS偏光方向とし、第1図の説明文中で使用したP、S偏光方向を各々置きかえて考えれば良い。但し、(4)～(7)式においては $r_p$ を $t_s$ 、 $r_s$ を $t_p$ と置き換える必要がある。即ち、

$$I_K \sim \frac{1}{\sqrt{2}} I_0 |R| |K| |t_s| |t_p| \sin 2\theta_A \quad (19)$$

$$I_R \sim I_0 (R)^2 |t_s|^2 \cos^2 \theta_A \quad (20)$$

(15)式の $C/N$ は偏光ビームスプリッタの振幅透過率 $t_s$ 、 $t_p$ の関数となるので(15)を各々 $|t_s|^2$ 、 $|t_p|^2$ で偏微分して極大値を求めてやればよい。 $|t_s|^2$ に関して極値を求めれば次の様になる

$$|t_s|^2 = \sqrt{\frac{T}{\epsilon \Delta B}} \cdot \frac{1}{K |R|^2 I_0 \cos^2 \theta_A} \quad (21)$$

$$0 \leq |t_s|^2 \leq 1 \quad (22)$$

$|t_p|^2$ に関しては極値を求めれば次の様になる

$$\delta(C/N) / \delta(|t_p|^2) > 0 \text{ となり}$$

$$|t_p|^2 = 1 \quad (23)$$

(21)、(22)、(23)を満足するような偏光特性を有した偏光ビームスプリッタを用いれば $C/N$ を最大値とすることができる。

信号にオフセットを生じない利点がある。

光検出器29はSi-ピンフォトダイオードなどの増幅作用のない光検出器であり、光磁気信号及びフォーカスエラー信号の検出を行う。フォーカスエラー検出には公知の方法を用いるが、本発明との直接の関係はないので詳細な説明は省略する。

第1図の説明において、信号レベル低下は、記録媒体及び光学系により生じないとしたが、実際の光学系で $C/N$ を正確に予想するうえでは、考慮しなければならない。信号レベル低下の原因としては、次の2点が考えられる。

- 1) 光量損失(吸収やケラレによる振幅の定価)
- 2) P-S偏光間位相差

光磁気変調成分の強度低下には1)及び2)が寄与し、非変調成分強度の低下には1)のみが寄与する。光磁気非変調成分強度の低下(光量の損失)を評価するため、光利用効率 $\epsilon_R$ を定義する。本発明では光利用効率として、記録媒体上の光量と光検出器に到達する光量の比に注目していることに注意されたい。本実施例では、 $\epsilon_R$ を求める際に以下の

第4図は、本発明の第3実施例を示す概略図である。第4図において第1図と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。本実施例においても、光検出器29以後の信号処理系は第2図示の如く構成される。

本実施例では、第1実施例の偏光ビームスプリッタ12の代わりに、ビーム整形機能を有する偏光ビームスプリッタ23を用いたものである。これにより、楕円形の遠視野像をもつ半導体レーザー21の光束を、記録媒体26上に効率良く円形スポットとして結像することができる。また、面aは光検出器29に迷光が入射しない様に所定の角度傾けてある。

記録媒体26上にはトラッキング用の溝(不図示)が紙面垂直方向に形成されており、対物レンズ24により記録媒体26上に集光された光束は、この溝により回折される。25は、トラックずれによって生ずる±1次回折光のアンバランスを検出するための光検出器であり、対物レンズ24の開口周縁に固定されている。このため対物レンズ24がトラック溝と垂直方向に移動しても、トラッキングエラー

点を考慮した。

- 1) トラッキング用溝(ピッチ $1.6 \mu m$ 、深さ $\lambda/8$ 、 $\lambda = 835 nm$ )からの回折光が対物レンズ入射瞳内に入射する割合、これを光利用効率 $\epsilon_0$ とする。
- 2) 記録媒体から光検出器に至る光路中にある、偏光ビームスプリッタを除く $n$ 個の光学素子のP偏光方向振幅透過率(または反射率)の2乗の光路に沿った積を考え、光利用効率 $\epsilon_1$ とする。 $i$ 番目の光学素子の振幅透過率を $t_{pi}$ 、反射率を $r_{pi}$ とすれば、 $\epsilon_1$ は次式であらわせる、

$$\epsilon_1 = \prod_{i=1}^n |t_{pi}|^2 \quad (24)$$

(24)式において $i$ 番目の光学素子で光束が反射される場合には、 $|t_{pi}|^2$ のかわりに $|r_{pi}|^2$ を代入すればよい。なお、偏光ビームスプリッタの偏光特性 $|r_p|^2$ は、 $C/N$ 計算の際、変化量として取り扱うので $\epsilon_1$ からは除外してある。

- 3) 検光子の光学軸のP偏光方向からの角度 $\theta_A$ による光利用効率 $\epsilon_2$ を考える。検光子の消光比を

$\eta_A$  とすれば、(4) 式において  $\cos \theta_A$  を  $\cos \theta_A + \sqrt{\eta_A} \sin \theta_A$ ,  $\sin \theta_A$  を  $\sin \theta_A + \eta_A \cos \theta_A$  と置き換えて考えれば良いから、 $|R|^2 \gg |K|^2$  として  $\varepsilon_2$  は次式であらわされる。

$$\varepsilon_2 = \cos^2 \theta_A + \eta_A \sin^2 \theta_A \quad (25)$$

1) ~ 3) より、光磁気非変調成分の光利用効率  $\varepsilon_R$  は、次式であらわせる。

$$\varepsilon_R = \varepsilon_0 \varepsilon_1 \varepsilon_2 \quad (26)$$

次に、光磁気変調成分の強度低下を考える。そのためには、光量損失の他に P-S 偏光間の位相差について考慮しなければならない。例えば、第 5 図に示す様に、記録媒体からの反射光は、一般的には第 10 図で示した様な直線偏光ではなく、P 偏光成分と S 偏光成分の間に生ずる位相差により、長軸がカー回転角  $\theta_A$  だけ傾いた楕円偏光となることが知られている。即ち、記録媒体の振幅反射率の P, S 偏光成分、R, K は (27) 式の様にあらわされる。

$$\begin{cases} R = |R| e^{i\alpha} \\ K = |K| e^{i\beta} \\ \Delta_0 = \alpha_0 - \beta_0 \end{cases} \quad (27)$$

$$\begin{cases} t_{pi} = |t_{pi}| e^{i\alpha_i} \\ t_{si} = |t_{si}| e^{i\beta_i} \\ \Delta_i = \alpha_i - \beta_i \end{cases} \quad (29)$$

(29) 式を用いて  $\varepsilon_3$  を次式の様にあらわす。

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_3' \cdot \varepsilon_3'' = \prod_{i=1}^n |t_{pi}| |t_{si}| \cdot \cos \left( \sum_{i=1}^n \Delta_i \right) \quad (30)$$

(30) 式において、i 番目の光学素子で光束が反射される場合には、 $|t_{pi}|$ ,  $|t_{si}|$  のかわりに、 $|r_{pi}|$ ,  $|r_{si}|$  を代入すればよい。なお、偏光ビームスプリッタの特性  $|r_{pi}|$ ,  $|r_{si}|$  は C/N 計算の際変化量として取り扱うので  $\varepsilon_3$  からは除外してある。

偏光ビームスプリッタに関しては、P, S 偏光方向振幅反射率を各々  $r_P$ ,  $r_S$  とすれば、

$$\begin{cases} r_P = |r_P| e^{i\gamma} \\ r_S = |r_S| e^{i\delta} \\ \Delta_{PBS} = \gamma - \delta \end{cases} \quad (31)$$

と表せる。但し、 $\gamma$ ,  $\delta$  は各振幅反射率の位相成分である。

2) 検光子の光学軸の P 偏光方向からの角度  $\theta_A$  による光利用効率  $\varepsilon_4$  を考える。検光子の消光比を

但し、 $\alpha_0$ ,  $\beta_0$  は各振幅反射率の位相成分である。

この場合カー回転角  $\theta_K$  は、

$$\theta_K = \frac{|K|}{|R|} \cos \Delta_0 \quad (28)$$

とあらわせる。 $\Delta_0 = n\pi$  ( $n$  は整数) ならば、記録媒体からの反射光は直線偏光となるが、それ以外の場合には  $\theta_K$  を減少させ好ましくない。

光学素子についても全く同様なことがいえて、本実施例では光磁気変調成分の強度低下を評価するため、光利用効率  $\varepsilon_K$  を定義し、 $\varepsilon_K$  を求める際以下の点を考慮した。

1) 光磁気変調成分に対しては、記録媒体から、光検出器に至る光路中にある偏光ビームスプリッタを除く  $n$  個の光学素子の P, S 偏光方向振幅透過率 (または反射率) の光路に沿った積を考え、光利用効率  $\varepsilon_3$  とする。i 番目の光学素子の P, S 偏光方向振幅透過率を夫々  $t_{pi}$ ,  $t_{si}$  (反射率なら  $r_{pi}$ ,  $r_{si}$ ) とすれば、次式が成り立つ。

$\eta_A$  とすれば、(4) 式において  $\cos \theta_A$  を  $\cos \theta_A + \sqrt{\eta_A} \sin \theta_A$ ,  $\sin \theta_A$  を  $\sin \theta_A + \eta_A \cos \theta_A$  と置き換えて考えれば良いから、 $|R|^2 \gg |K|^2$  として、 $\varepsilon_4$  は次式であらわされる。

$$\varepsilon_4 = (1 - \eta_A) \sin^2 2\theta_A \quad (32)$$

1), 2) より、光磁気変調成分の光利用効率  $\varepsilon_K$  は次式であらわされる。

$$\varepsilon_K = \varepsilon_0 \varepsilon_3 \varepsilon_4 \quad (33)$$

以上により光磁気変調成分、非変調成分の強度を各々  $I_K$ ,  $I_R$  とすれば、

$$I_K \sim \frac{1}{\sqrt{2}} I_0 \varepsilon_0 \varepsilon_3' |r_P| |r_S| |R| |K| (1 - \eta_A) \sin^2 2\theta_A \cos \left( \sum_{i=1}^n \Delta_i + \Delta_{PBS} \right) \quad (34)$$

$$I_R \sim I_0 \varepsilon_0 \varepsilon_1 \cdot |r_P|^2 |R|^2 (\cos^2 \theta_A + \eta_A \sin^2 \theta_A) = I_0 \varepsilon_R |r_P|^2 |R|^2 \quad (35)$$

とあらわされる。

(34), (35) を (15) 式に代入して、C/N を最大とする偏光ビームスプリッタの偏光特性を求めると次の様になる。

$$|r_p|^2 = \sqrt{\frac{T}{f \Delta B}} \cdot \frac{1}{\kappa \varepsilon_R |R|^2 I_0} \quad (36)$$

$$0 \leq |r_p|^2 \leq 1 \quad (37)$$

$$|r_s|^2 = 1 \quad (38)$$

以下に計算条件を示す。

半導体レーザー21は波長 $\lambda = 835 \text{ nm}$ であり、記録媒体26上で入射光量 $I_0 = 2 \times 10^{-3} \text{ W}$ となる様に、偏光ビームスプリッタ透過率 $|t_p|^2$ にかかわらず出力を調節されている。

記録媒体26にはGd Tb Fe Coが用いられ、 $|R|^2 = 0.12$ 、 $\theta_K = 0.74^\circ$ 、P、S偏光方向振幅反射率の位相成分 $\alpha_0$ 、 $\beta_0$ の位相差 $\Delta_0$ は $\Delta_0 = 20^\circ$ である。

光利用効率 $\varepsilon_0$ はトラッキング用溝(ピッチ $1.6 \mu\text{m}$ 、深さ $\lambda/8$ )からの回折光を $N.A. = 0.5$ の対物レンズで受ける場合、 $\varepsilon_0 = 0.6$ となる。光利用効率 $\varepsilon_1$ は記録媒体から光検出器に至る光路中にある偏光ビームスプリッタを除く光学素子の透過率の積を考え $\varepsilon_1 = 0.66$ となる。

光利用効率 $\varepsilon_2$ 、 $\varepsilon_4$ については、 $\theta_A = 45^\circ$ 及び

ような場合はこれに従う必要はない。

第6図、及び第7図は、(36)～(38)式で与えられる偏光特性をもった偏光ビームスプリッタを用いた場合(実線で示す)と、ハーフミラーを用いた場合(一点鎖線で示す)の $C/N$ を比較したものである。第6図は $\theta_A = 45^\circ$ とした場合、第7図は $\theta_A = 60^\circ$ とした場合で、縦軸は $C/N$ 、横軸は偏光ビームスプリッタのP偏光方向反射率 $|r_p|^2$ を示す。いずれも、偏光ビームスプリッタのS偏光方向反射率 $|r_s|^2 = 1$ としてある。ここでハーフミラーは、 $|r_p|^2 = |r_s|^2 = 0.5$ の特性を有する。

$\theta_A = 45^\circ$ の場合は、 $|r_p|^2 = 0.16$ で $C/N$ は最大となり、ハーフミラーを用いた従来の装置の場合と比較して、本実施例では $4.5 \text{ dB } C/N$ が向上している。 $|r_p|^2 = 0.08 \sim 0.4$ 、 $|r_s|^2 = 1$ なる偏光ビームスプリッタを用いれば従来のハーフミラーに対して十分良好な $C/N$ が得られる。

$\theta_A = 60^\circ$ の場合は、 $|r_p|^2 = 0.32$ で $C/N$ は最大となり、ハーフミラーを用いた従来の装置の場合と比較して、本実施例では $3 \text{ dB } C/N$ が向上し

$60^\circ$ について $C/N$ を計算した。また消光比 $\kappa_A = 1 \times 10^{-3}$ である。

光利用効率 $\varepsilon_3$ は、記録媒体から光検出器に至る光路中にある偏光ビームスプリッタ及び検光子を除く光学素子のP、S振幅透過率の積を考えればよい。本実施例では透過の際にP-S偏光に位相差を与える光学素子はないので $\varepsilon_3 = \cos(\sum_{i=1}^n \Delta_i) = 1$ 、また、 $|t_p| = |t_s|$ であるから $\varepsilon_3 = 0.66$ となる。

光検出器25は、光電変換効率 $\kappa = 0.54$ のSi-ピンフォトダイオードである。記録媒体や半導体レーザーなどの雑音源によって決まる定数 $f$ 及び $\varepsilon$ は、各々以下の様に与えられる。

$$f = 2 \times 10^{-13} \quad (\text{R.I.N.})$$

$$\varepsilon = 1 \times 10^{-11} \quad (\text{R.I.N.})$$

また、熱雑音 $T$ は、ボルツマン定数 $k = 1.38 \times 10^{-23}$ 、等価雑音温度 $T_e = 300 \text{ (K)}$ 、負荷抵抗 $R_L = 1 \times 10^4 \text{ (}\Omega\text{)}$ 、信号検出のバンド幅 $\Delta B = 3 \times 10^4 \text{ (1/Hz)}$ として、 $T = 5 \times 10^{-20}$ と与えられる。なお、光検出器のもつ容量などにより熱雑音 $T$ は(14)式の様な簡単な形で記述できないこともあるので、その

ている。 $|r_p|^2 = 0.2 \sim 0.5$ 、 $|r_s|^2 = 1$ なる偏光ビームスプリッタを用いれば従来のハーフミラーに対して十分良好な $C/N$ が得られる。

なお、本実施例では、偏光ビームスプリッタにより生じるP-S偏光間位相差 $\Delta_{\text{PDS}}$ はいずれの場合も $\Delta_{\text{PDS}} = 160^\circ$ となっており、記録媒体で生ずる位相差 $\Delta_0$ との間に、

$$\Delta_0 + \Delta_0 = \pi \quad (39)$$

なる関係がある。これにより光磁気変調成分強度低下を防止している。このような偏光特性の偏光ビームスプリッタを作製することは容易である。

第8図(A)、(B)は夫々本発明の第4実施例を示す概略図であり、(B)は(A)を矢印A方向から見た図を示している。第8図(A)、(B)において第4図と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。本実施例においても、光検出器29以後の信号処理系は、第2図示の如く構成される。本実施例は、第3実施例の偏光ビームスプリッタ23の代わりに、偏光ビームスプリッタ10を用い、この偏光ビームスプリッタ10の透過光を検

出するように構成したものである。偏光ビームスプリッタ10の面bは、光検出器29に透光が入射しない様に、所定の角度傾けてある。

本実施例では、第4図の説明文中で使用したP、S偏光方向を、各々置き換えて考えれば良い。但し、(34)(35)式においては、 $r_p$ を $t_s$ 、 $r_s$ を $t_p$ と置き換えてやる必要がある。即ち、光磁気変調成分、非変調成分の各々 $I_K$ 、 $I_R$ とすれば

$$I_K \sim \frac{1}{\sqrt{2}} I_0 \varepsilon_0 \varepsilon_0' |t_s| |t_p| |R| |K| (1 - \eta_A) \sin 2\theta_A \cos \left( \sum_{i=0}^n \Delta_i + \Delta_{PNS} \right) \quad (40)$$

$$I_R \sim I_0 \varepsilon_0 \varepsilon_0' |t_s|^2 |R|^2 (\cos^2 \theta_A + \eta_A \sin^2 \theta_A) \quad (41)$$

とあらわらせる。

(40)、(41)式を(15)式に代入してC/Nを最大とする偏光ビームスプリッタの偏光特性を求めると、

$$|t_s|^2 = \sqrt{\frac{T}{F \Delta B}} \frac{1}{K \cdot \varepsilon_n |R| I_0} \quad (42)$$

$$0 \leq |t_s|^2 \leq 1 \quad (43)$$

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の光学系を示す概略図、第2図は第1図示の実施例の信号処理系を示す概略図、第3図及び第4図は夫々本発明の他の実施例を示す概略図、第5図は光磁気記録媒体からの反射光の偏光状態を示す図、第6図及び第7図は夫々本発明における偏光ビームスプリッタの偏光特性とC/Nとの関係を示す図、第8図(A)、(B)は夫々本発明の更に他の実施例を示す概略図、第9図は従来の光磁気情報再生装置の例を示す概略図、第10図は一般的な光磁気信号検出の原理を示す図である。

- 12 … 偏光ビームスプリッタ、  
13 … 検出光、 21 … 半導体レーザ、  
22 … コリメータレンズ、24 … 対物レンズ、  
26 … 光磁気記録媒体、27 … 検光子、  
28 … 集光レンズ、 29 … 光検出器。

$$|t_p|^2 = 1$$

(44)

計算条件を同一にとれば、本実施例においても第6図、第7図に示した結果と同様な結果が得られる。但し、横軸は $|t_s|$ となる。

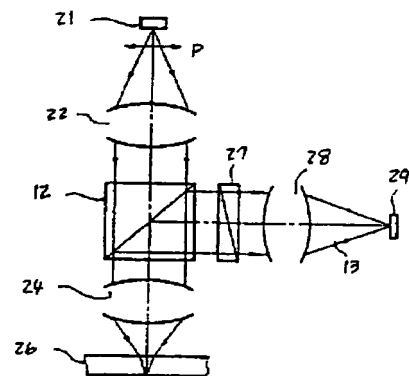
なお、記録媒体で生ずるP-S偏光間位相差を補償するような偏光特性をもつ偏光ビームスプリッタを作製することは容易である。

本発明は、以上説明した実施例の他にも種々の応用が可能である。例えば実施例では光磁気記録媒体の反射光を検出したが、光磁気記録媒体を透過して、フアラデー効果によって変調を受けた光束を検出するように構成しても良い。

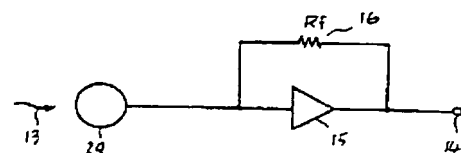
(発明の効果)

以上説明したように、本発明は従来の光磁気情報再生装置において、最適な偏光特性を持った偏光ビームスプリッタを用いることにより、信号検出のC/Nを向上させる効果を有する。更には、本発明により高いC/Nが得られるので、従来の装置の様な複雑な検出系が不要となり、装置の信頼性を高め、且つ製造コストを低減することが出来る。

第1図



第2図



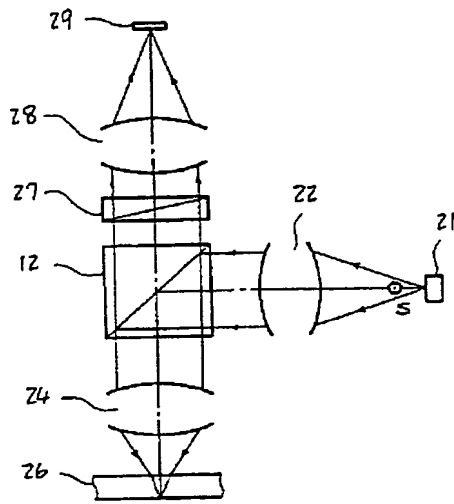
出願人 キヤノン株式会社

代理人 丸島 徹

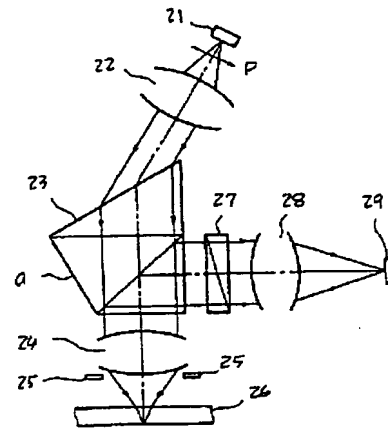




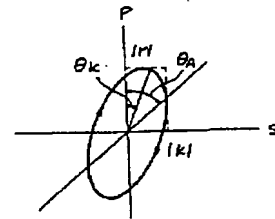
第 3 図



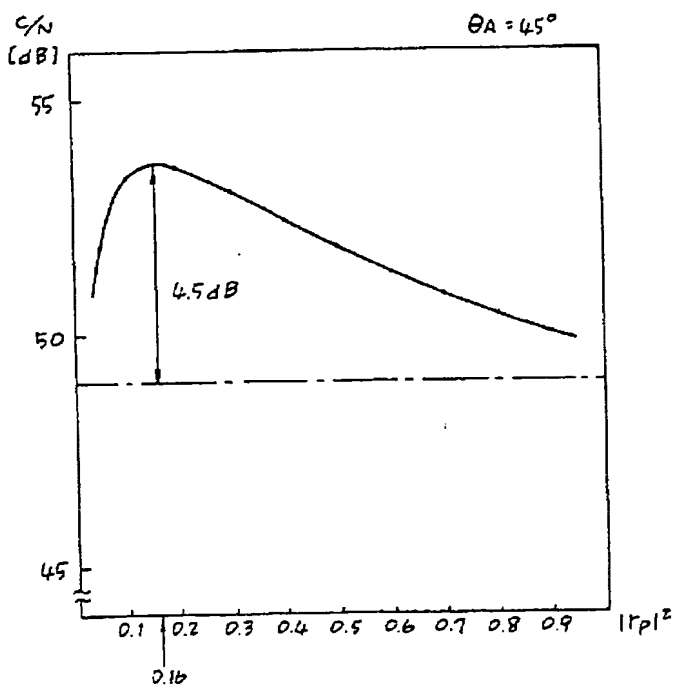
第 4 図



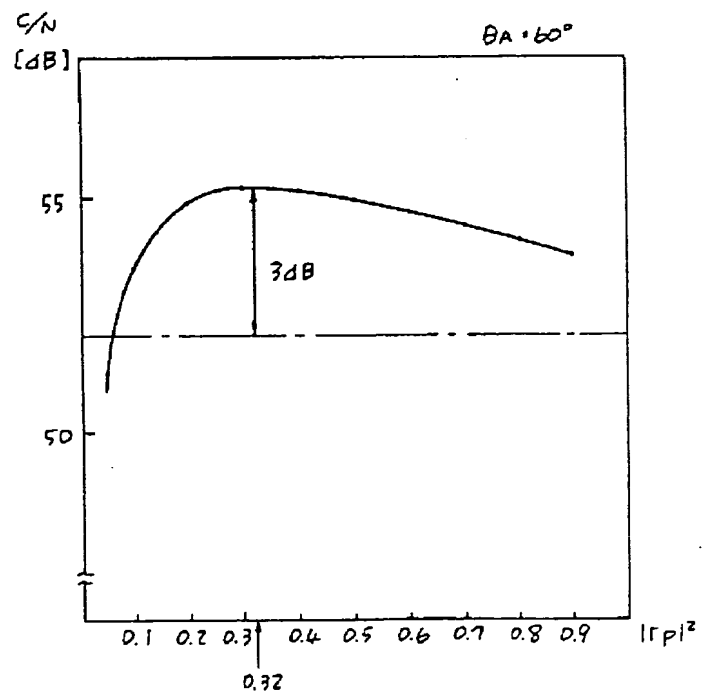
第 5 図



第 6 図

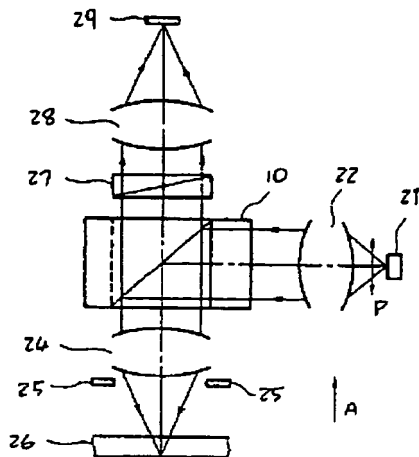


第 7 図

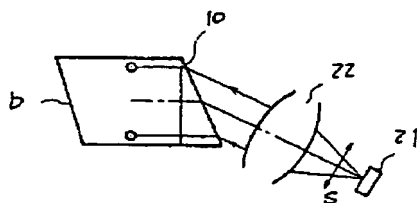


第 8 図

(A)



(B)



手 続 補 正 書 (自発)

昭和62年10月2日

特許庁長官 小 川 邦 夫 殿

1. 事件の表示

昭和61年 特 許 願 第 246617 号

2. 発明の名称

光磁気情報再生装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都大田区下丸子3-30-2

名 称 (100) キヤノン株式会社

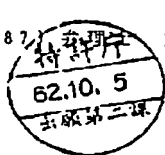
代表者 賀 米 龍 三 郎

4. 代 理 人

居 所 〒146 東京都大田区下丸子3-30-2

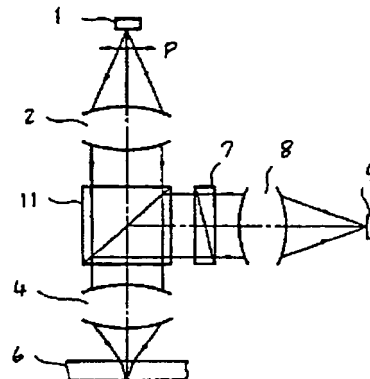
キヤノン株式会社内 (電話758-2111)

氏 名 (6982) 丸 島 徹

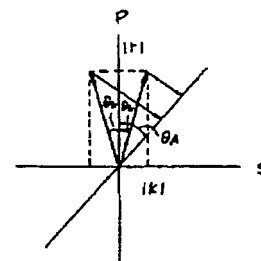


方式 (並)

第 9 図



第 10 図



5. 補正の対象

明細書

6. 補正の内容

(1) 明細書第13頁第17行から第19行の「但し…関係となるので、」を以下のように補正する。

記

「但しkはボルツマン定数、Teは等価雑音温度、Rfは負荷抵抗16の抵抗値である。

これらを用いてC/Nをデシベル表示であらわせば、次式の様になる。

$$C/N = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{2} \kappa^2 \overline{I_s^2} / \left( \frac{1}{2} \kappa^2 \overline{I_s^2} + \frac{1}{2} \kappa^2 \overline{I_s^2} + 2e \kappa \overline{I_s} + \frac{4kTe}{Rf} \right) \Delta B \right\} \quad (15)$$

(15) 式のC/Nは偏光ビームスプリッタ12の振幅反射率r<sub>p</sub>、r<sub>s</sub>の関数となるので、

(2) 同第14頁第4行の

$$|r_p|^2 = \sqrt{\frac{T}{F \Delta B}} \cdot \frac{1}{k |R|^2 I_0 \cos^2 \theta_A} \text{ を}$$

$$\left[ |r_p|^2 = \sqrt{\frac{T}{\xi \Delta B}} \cdot \frac{1}{\kappa |R|^2 I_0 \cos^2 \theta_A} \right]$$

と補正する。

(3) 同第14頁第7行の「 $\delta(C/N)/\delta(|rs|^2) > 0$ 」を「 $\partial(C/N)/\partial(|rs|^2) > 0$ 」と補正する。

(4) 同第15頁第5行の

$$\left[ I_k \sim \frac{1}{\sqrt{2}} I_0 |R| |K| |ts| |tp| \sin 2\theta_A \right] \text{ を}$$

$$\left[ I_k \sim \frac{1}{\sqrt{2}} I_0 |R| |K| |ts| |tp| \sin 2\theta_A \right]$$

と補正する。

(5) 同第15頁第6行の「 $I_k \sim I_0 (R)^2 |ts|^2 \cos^2 \theta_A$ 」を「 $I_k \sim I_0 |R|^2 |ts|^2 \cos^2 \theta_A$ 」を補正する。

(6) 同第15頁第11行の

$$\left[ |ts|^2 = \sqrt{\frac{T}{\xi \Delta B}} \cdot \frac{1}{K |R|^2 I_0 \cos^2 \theta_A} \right] \text{ を}$$

$$\left[ |ts|^2 = \sqrt{\frac{T}{\xi \Delta B}} \cdot \frac{1}{\kappa |R|^2 I_0 \cos^2 \theta_A} \right]$$

と補正する。

(7) 同第16頁第14行の「 $\delta(C/N)/\delta(|tp|^2) > 0$ 」を「 $\partial(C/N)/\partial(|tp|^2) > 0$ 」と補正する。

(8) 同第26頁第7行の「位相差 $\Delta$ 」を「位相差 $\Delta_0$ 」と補正する。

(9) 同第26頁第8行の「 $\Delta_0 + \Delta_0 = \pi$ 」を「 $\Delta_0 + \Delta_{\text{res}} = \pi$ 」と補正する。

(10) 同第27頁第16行の

$$\left[ |ts|^2 = \sqrt{\frac{T}{\xi \Delta B}} \cdot \frac{1}{K \cdot \varepsilon_R |R| I_0} \right] \text{ を}$$

$$\left[ |ts|^2 = \sqrt{\frac{T}{\xi \Delta B}} \cdot \frac{1}{\kappa \cdot \varepsilon_R |R|^2 I_0} \right]$$

と補正する。

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第6部門第4区分  
 【発行日】平成6年(1994)1月28日

【公開番号】特開昭63-100647  
 【公開日】昭和63年(1988)5月2日  
 【年通号数】公開特許公報63-1007  
 【出願番号】特願昭61-246617  
 【国際特許分類第5版】

G11B 11/10 Z 9075-5D  
 7/135 Z 8947-5D

## 手続補正書 (自発)

平成 5年 4月26日

特許庁長官 麻 生 渡 殿

### 1. 事件の表示

昭和61年 特 許 願 第 246617 号

### 2. 発明の名称

光磁気情報再生装置

### 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都大田区下丸子3-30-2

名 称 (100) キヤノン株式会社

代表者 御 手 洗 肇

### 4. 代 理 人

居 所 〒146 東京都大田区下丸子3-30-2

キヤノン株式会社内(電話3758-2111)

氏 名 (6587) 井 理 士 丸 島 儀 一

### 5. 補正の対象

明 細 書

### 6. 補正の内容

- (1) 明細書の特許請求の範囲を別紙の通り補正する。
- (2) 同第6頁第9行の「 $\theta_x \sim$ 」を「 $\theta_x \approx$ 」と補正する。
- (3) 同第6頁第11行の「 $L_{xx} \sim$ 」を「 $L_{xx} \approx$ 」と補正する。
- (4) 同第6頁第12行の「 $L_{xx} \sim$ 」を「 $L_{xx} \approx$ 」と補正する。
- (5) 同第8頁第15行の「 $|r_p|^2 \sim$ 」を「 $|r_p|^2 \approx$ 」と補正する。
- (6) 同第8頁第16行の「 $|r_s|^2 \sim$ 」を「 $|r_s|^2 \approx$ 」と補正する。
- (7) 同第9頁第1行の「 $|t_s|^2 \sim$ 」を「 $|t_s|^2 \approx$ 」と補正する。
- (8) 同第9頁第2行の「 $|t_p|^2 \sim$ 」を「 $|t_p|^2 \approx$ 」と補正する。
- (9) 同第11頁第11行の「 $L_{xx} \sim$ 」を「 $L_{xx} \approx$ 」と

補正する。

(10) 同第11頁第~~12~~<sup>13</sup>行の「 $I_{rk}$ 」を「 $I_{rk}$ 」と補正する。

(11) 同第11頁第~~19~~<sup>19</sup>行の「 $I_k$ 」を「 $I_k$ 」と補正する。

(12) 同第12頁第1行の「 $I_k$ 」を「 $I_k$ 」と補正する。

(13) 同第15頁第5行の「 $I_k$ 」を「 $I_k$ 」と補正する。

(14) 同第15頁第6行の「 $I_k$ 」を「 $I_k$ 」と補正する。

(15) 同第22頁第11行の「 $I_k$ 」を「 $I_k$ 」と補正する。

(16) 同第22頁第13行の「 $I_k$ 」を「 $I_k$ 」と補正する。

(17) 同第27頁第9行の「 $I_k$ 」を「 $I_k$ 」と補正する。

(18) 同第27頁第11行の「 $I_k$ 」を「 $I_k$ 」と補正する。

タの前記所定方向の偏光成分に対する振幅反射率  $r_r$  及び前記所定方向と垂直方向の偏光成分に対する振幅反射率  $r_s$  が、夫々以下の条件、

$$|r_r|^2 \leq \sqrt{\frac{T}{F \cdot \Delta B}} \cdot \frac{1}{\kappa \cdot \epsilon |R|^2 I_0}, 0 \leq |r_r|^2 \leq 1$$

$$|r_s|^2 \leq 1$$

を満足することを特徴とした光磁気情報再生装置。

(2) 所定の方向に偏光した光束を磁気的に情報が記録された記録媒体上に照射する手段と、磁気光学効果により前記情報に応じて偏光状態に変調を受けた前記記録媒体からの反射又は透過光束を、その偏光成分に応じて所定の割合で反射および透過する偏光ビームスプリッタと、前記偏光ビームスプリッタを透過した光束を光電検出する増幅作用のない光検出器と、前記光検出器の検出信号を増幅し前記情報を再生する増幅手段とから成り、前記光検出器に入射する磁気光学効果により変調を受けない偏光成分強度の平均を  $\bar{I}_R$ 、光磁気信号観測周波数におけるこの強度ゆらぎの2乗平均を  $\Delta \bar{I}_R$ 、 $\xi = \Delta \bar{I}_R / \bar{I}_R$ 、前記記録媒体上における入

## 2. 特許請求の範囲

(1) 所定の方向に偏光した光束を磁気的に情報が記録された記録媒体上に照射する手段と、磁気光学効果により前記情報に応じて偏光状態に変調を受けた前記記録媒体からの反射又は透過光束を、その偏光成分に応じて所定の割合で反射および透過する偏光ビームスプリッタと、前記偏光ビームスプリッタで反射された光束を光電検出する増幅作用のない光検出器と、前記光検出器の検出信号を増幅し前記情報を再生する増幅手段とから成り、前記光検出器に入射する磁気光学効果により変調を受けない偏光成分強度の平均を  $\bar{I}_R$ 、光磁気信号観測周波数におけるこの強度ゆらぎの2乗平均を  $\Delta \bar{I}_R$ 、 $\xi = \Delta \bar{I}_R / \bar{I}_R$ 、前記記録媒体上における入射光束の光量を  $I_0$ 、前記記録媒体の振幅反射率を  $R$ 、前記偏光ビームスプリッタを除く記録媒体より光検出器に至る光学系の光利用効率を  $\epsilon$ 、前記光検出器の光電変換効率を  $\kappa$ 、光磁気信号観測周波数における前記増幅手段の熱雑音を  $T$ 、検出信号のバンド幅を  $\Delta B$  とした時、前記偏光ビームスプリッ

射光束の光量を  $I_0$ 、前記記録媒体の振幅反射率を  $R$ 、前記偏光ビームスプリッタを除く記録媒体より光検出器に至る光学系の光利用効率を  $\epsilon$ 、前記光検出器の光電変換効率を  $\kappa$ 、光磁気信号観測周波数における前記増幅手段の熱雑音を  $T$ 、検出信号のバンド幅を  $\Delta B$  とした時、前記偏光ビームスプリッタの前記所定方向の偏光成分に対する振幅透過率  $t_s$  および前記所定方向と垂直方向の偏光成分に対する振幅透過率  $t_r$  が夫々以下の条件、

$$|t_s|^2 \leq \sqrt{\frac{T}{F \cdot \Delta B}} \cdot \frac{1}{\kappa \cdot \epsilon |R|^2 I_0}, 0 \leq |t_s|^2 \leq 1$$

$$|t_r|^2 \leq 1$$

を満足することを特徴とした光磁気情報再生装置。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**